

国際協力事業団

モンゴル国
ウランバートル市

ウランバートル市水供給計画調査

最終報告書

要約

1995年6月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
三井金属資源開発株式会社

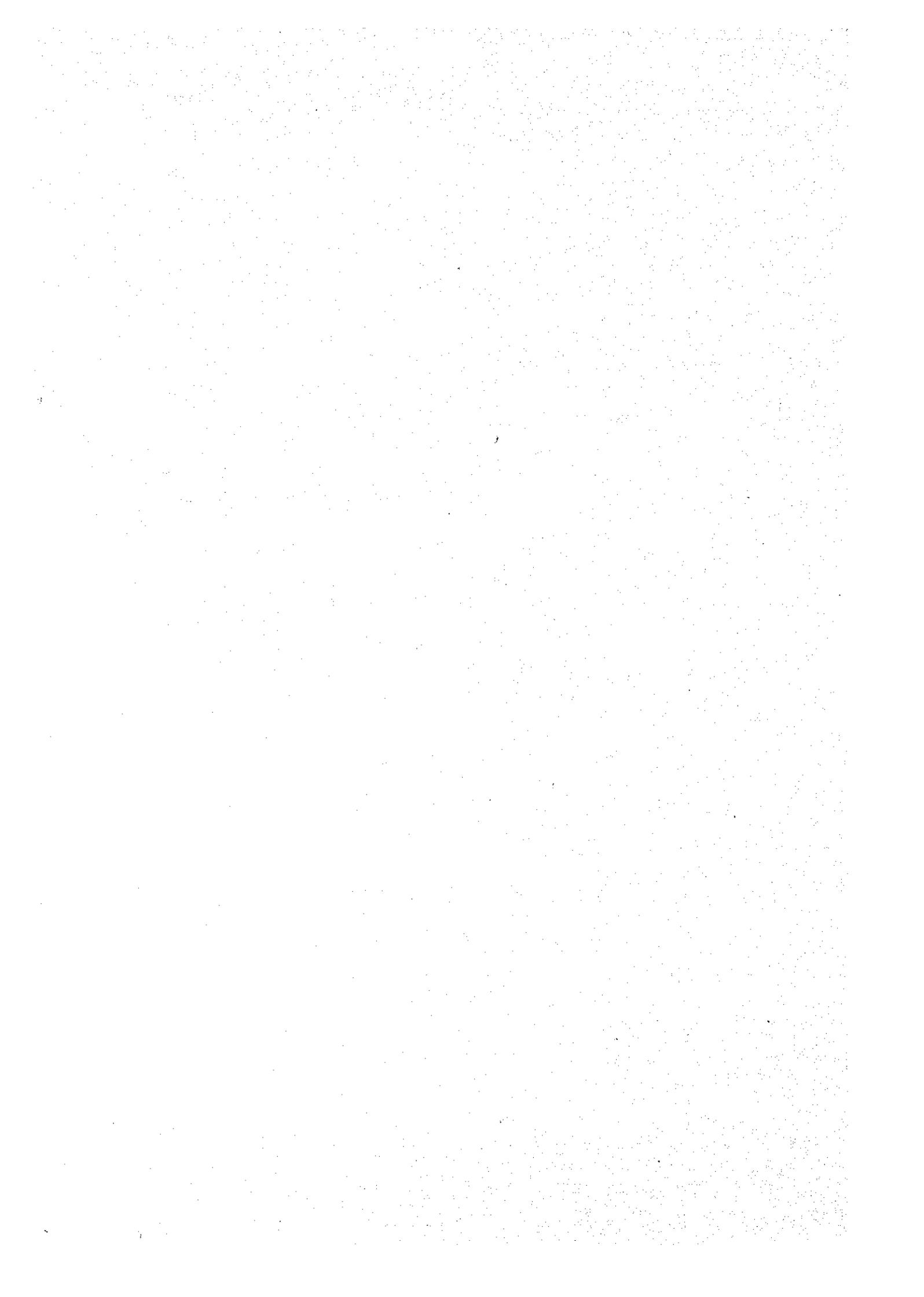
社 調 二
J R
95-071

国際協力事業団
ウランバートル市水供給計画調査
最終報告書
要約

1995年6月

33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

LIBRARY



JICA LIBRARY

1122084 [5]

28390

国際協力事業団

モンゴル国
ウランバートル市

ウランバートル市水供給計画調査

最終報告書

要 約

1995年6月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
三井金属資源開発株式会社

本報告書では、事業費を1994年12月時点の市場価格で見積り、通貨交換レートは以下の通りである。

US\$ 1 = Mongolian Tugrug 400 (US\$ 1 = ¥ 100)

国際協力事業団

28390

序 文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国のウランバートル市水供給計画にかかるマスタープランの策定及びフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年8月から平成7年3月までの間、3回にわたり、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの河田清雄氏を団長とし、同社及び三井金属資源開発株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モンゴル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年6月

国際協力事業団
総 裁 藤 田 公 郎

伝達状

平成7年6月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

拝啓

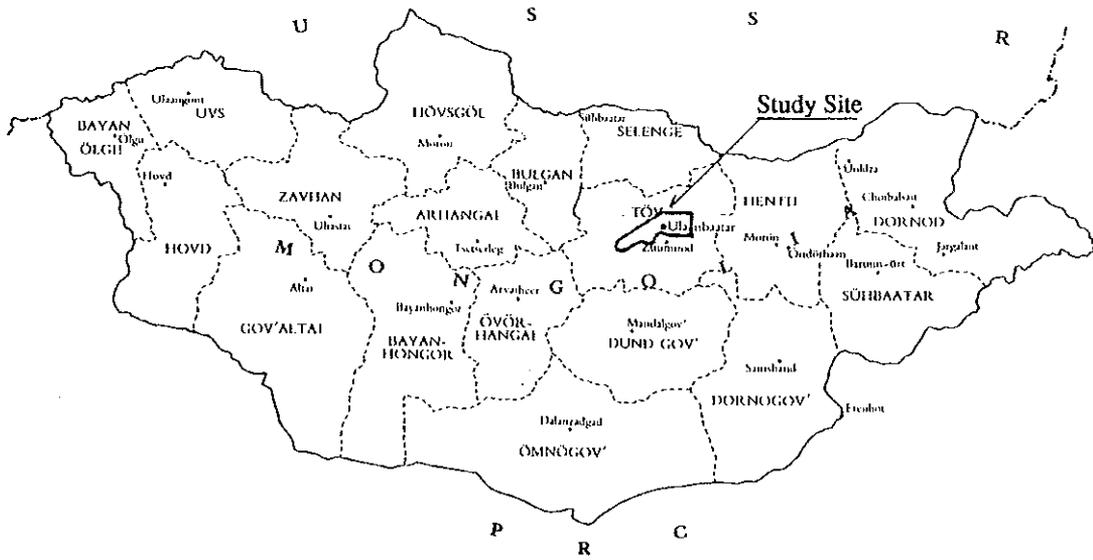
モンゴル国ウランバートル市水供給計画調査の報告書を提出申し上げます。本報告書は、貴事業団と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルおよび三井金属資源開発株式会社との間で締結された契約に従って作成されました。

本報告書は、要約、主報告書および付属報告書によって構成されています。要約は全調査結果を簡潔にまとめ、主報告書にはウランバートル市の給水マスタープラン、地下水優先開発地における開発計画のフィージビリティ調査、既存水道施設の緊急改修計画等全ての調査結果が記載されています。付属報告書には、各種調査、検討内容及び事業計画内容について詳細に記載しています。さらに、データ集、図面集も併せて提出いたします。

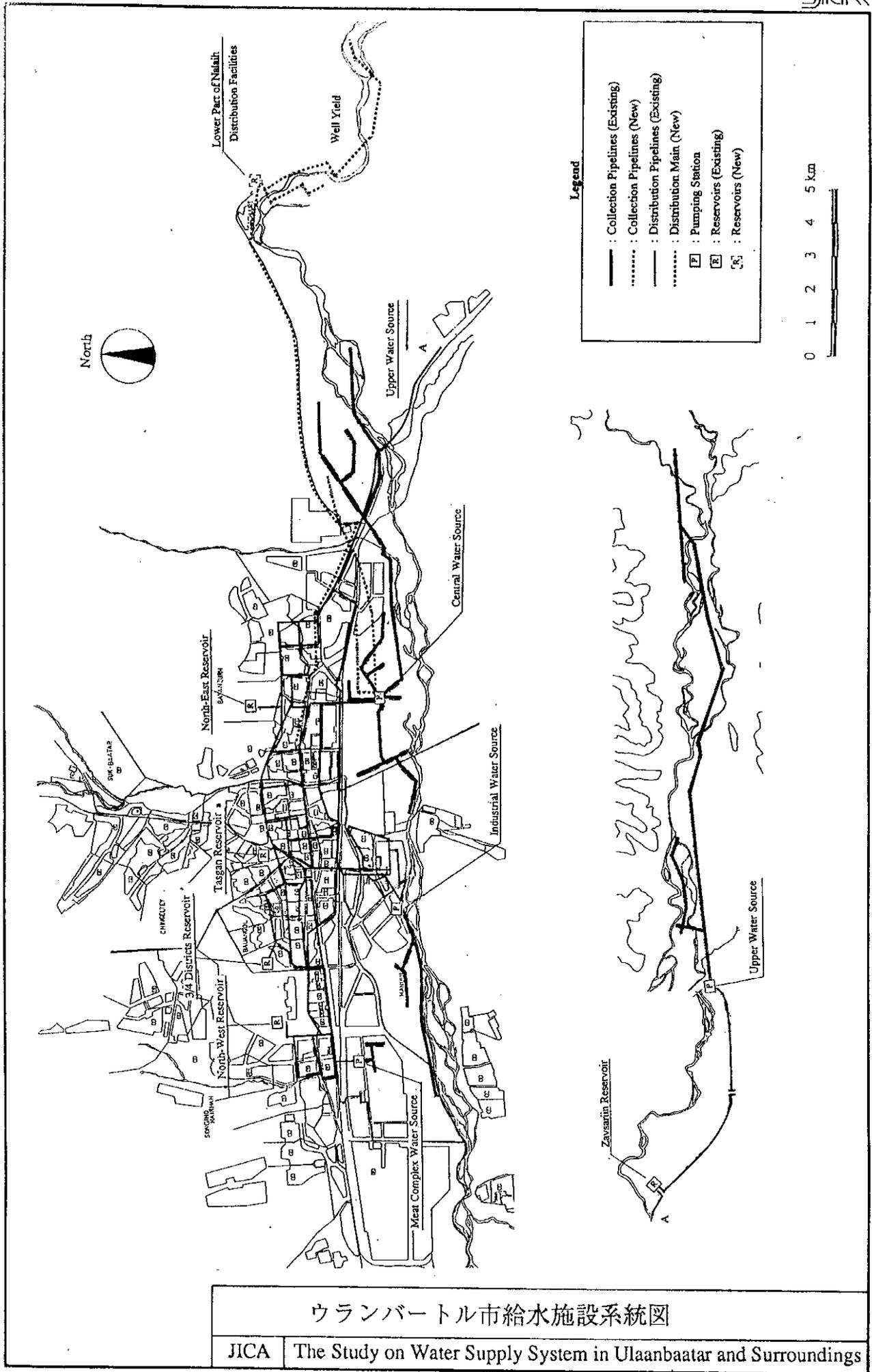
本報告書の提出にあたり、調査団に対し多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、厚生省、在モンゴル日本大使館、JICA/JOCV 現地事務所の諸賢、ならびにモンゴル国政府機関の関係各位に対して、心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がウランバートル市の給水事情の改善と社会経済の発展の一助となる事を希望する次第です。

敬 具

調 査 団 長
河 田 清 雄



位置図



ウランバートル市給水施設系統図

計 画 概 要

1 設計条件

- (1) 目標年 : 2010年
 (2) 人口 : 932,000 人
 (3) 給水人口および給水区域

(単位:人)

地区	アパート居住者	ゲル居住者	合計
中央地区*	450,774	330,335	781,109
Nalaih	9,005	26,777	35,782
Gachuurt	0	5,275	5,275
合計	459,779	362,387	822,166

*次の6地区を含む: Han Uul, Bayanzurh, Suhbaatar, Chingeltei, Bayangol, Songinohairhan

- (4) 水使用原単位 : アパート居住者 430 l/p/d, ゲル居住者 10 l/p/d
 (5) 水需要量 : 285,700 m³/day
 (6) 必要開発水量 : 106,700 m³/day

2 施設計画

- 第1段階 既設 Upper Water Source からの送水量を現状の24,000 m³/day から 72,000 m³/day に拡張する。
 第2段階 既設 Central Water Source からの送水量を現状の97,000 m³/day から 114,300 m³/day に拡張する。
 第3段階 新水源 Lower Part of Nalaih からの送水量を41,400 m³/day まで開発する。

3 水道施設設計

(1) Upper Water Source の 施設拡張計画

送水施設 : 流量計、リザーバー水位計4台 (Zavsariin と North East)、塩素注入装置 (Zavsariin リザーバー)、通信施設、温度計、送水管内のウォーターハンマー対策施設、その他 Zavsariin リザーバーの付属機器 (弁、管ほか) を設置する。

(2) Central Water Source の 施設拡張計画

項目	数量	仕様
井戸	14	深度30m, 1500m ³ /day/well
井戸ポンプ他	14	水中ポンプ
遠隔操作設備	1組	ポンプ、バルブ操作設備
井戸小屋	14	レンガ製 (5m x 5m x H8m)
集水管	10,500m	DCIP ø150 ~ 500 mm
電源供給施設	1組	

(3) Lower Part of Nalaih (新水源) の新規開発
取水施設

項目	数量	仕様
井戸	41	1,220 m ³ /day/well 深度 20m (38 本) & 30m (3 本)
井戸ポンプ他	41	水中ポンプ
遠隔操作設備	1組	ポンプ、バルブ操作設備
井戸小屋	41	レンガ製 (5m x 5m x H8m)
集水管	10,750m	DCIP Ø150 ~ 800 mm
送受電施設	1組	
電源供給施設	1組	

送水施設

項目	数量	仕様
配水池	2	6,900 m ³ x 2 (Retention Time = 8hr)
塩素滅菌装置	1組	41,400 m ³ /day x 1.0 mg/l
主送水管	21,000 m	DCIP Ø800mm
電源設備	1組	ポンプ、バルブ操作作用
建物	1組	レンガ製

4 プロジェクトコスト

(1994年12月価格)

(Unit: US Dollar)

費目	第1段階	第2段階	第3段階	合計
1. 直接建設費	1,148,270	8,371,390	46,827,930	56,347,590
2. 土地収用費	0	0	0	0
3. 技術費	492,900	807,800	2,361,900	3,662,600
4. 政府事務費 (1.の3%)	34,448	251,142	1,404,840	1,690,430
5. 予備費 (1.の10%)	114,827	837,139	4,682,794	5,634,760
合計	1,790,445	10,267,471	55,277,464	67,335,380

Note 1) 交換レート: US\$ 1.00 = ¥ 100.0, US\$ 1.00 = Tg. 400.0

5 維持管理費

年間の維持管理費

(単位: US Dollar)

費目	第1段階	第2段階	第3段階
1. 電気代	354,605	129,508	179,436
2. 薬品代	420	101	242
3. 人件費	0	0	37,800
4. 修理費	11,483	83,714	468,279
合計	366,508	213,323	685,756

各設備は、各々の耐用年ごとに、更新して行かねばならない。

施設更新費の合計は、US\$ 56,347,590 と見積られた。

施設更新費 (1994年12月価格)

(単位: US Dollar)

費目	第1段階	第2段階	第3段階	合計
取水設備	0	8,371,390	19,762,150	28,133,540
配水設備	1,148,270	0	27,065,780	28,214,050
合計	1,148,270	8,371,390	46,827,930	56,347,590

6 プロジェクト評価

(1) 経済評価

経済内部収益率 (EIRR) は、試算の結果 3.5 % である。本プロジェクトが "Basic Human Needs" であることを配慮すれば、プロジェクトの実施は可能である。

(2) 財務評価

財務的内部収益率 (FIRR) は、試算の結果 2.6 % である。従って本プロジェクトは、水道料金を下記の様に設定することで財務的にも実施可能である。

一般生活用 : Tg. 34 / m³ (US\$ 0.097 / m³)

工業用及びその他 : Tg. 100 / m³ (US\$ 0.286 / m³)

7 緊急改修計画

既存水道施設の問題点を解決するために、次に掲げる項目を緊急改修計画として提案する。

	項目	内容	事業費 (円)
1)	取水ポンプの交換	水中ポンプ 46台	675,738,000-
2)	上記新規取水ポンプの遠隔操作システム	35組	288,335,000-
3)	送水ポンプの交換	10台	649,510,000-
4)	給水車の調達	7台	127,644,000-
5)	井戸建設資材の調達	ケーシング 井戸20本分、 掘削機 1台	152,183,000-
6)	既存取水ポンプの遠隔操作システム	98組	365,034,000-
7)	CTP の流量計の交換	44台 (経 150mm)	21,817,000-

Total = ¥2,280,261,000-

(= US\$ 22,802,610-)

(交換レート: US\$ 1.00 = ¥ 100.0)

目次

1. 序論	1
2. 現状	1
2.1 社会経済	1
2.2 水資源	3
2.3 水道施設	4
3. マスタープラン調査	7
3.1 地下水賦存量	7
3.2 地下水優先開発地の選定	8
3.3 人口および水需要予測	9
3.4 2010年における水資源開発の基本構想	10
4. フィージビリティ調査	10
4.1 設計条件	10
4.2 開発水源の比較検討	11
4.3 施設計画	11
4.4 実施計画	14
4.5 維持管理計画	14
4.6 プロジェクト評価	15
5. 提言	16

Appendix 緊急改修計画

図表目次

表-1	試掘井戸結果
図-1	調査地域および水源
図-2	地質概要図
図-3	ウランバートル市給水系統図
図-4	試掘井戸及び新水源候補地位置図
図-5	Upper Water Source ポンプ場の改善
図-6	Central Water Source の拡張
図-7	Lower Part of Nalaih の施設位置

1 序論

モンゴル国の首都であるウランバートル市は産業及び商業の中心地で人の流入が激しく、近年、市の水需要は増大している。水道の水源は、主に市の南部にあるトーラ川沿いの沖積帯水層に頼っている。老朽化した水道施設の為、水不足が顕著となり、とくに1年を通して水源の地下水位が最も低下する4月から5月にかけてその傾向は強い。

ウランバートル市は増大する水需要に対して水道施設を増強するとともに、人、産業が集中するのを制限してきた。しかし、これらの対策も1994年の水需要を満たすのが精一杯である。安定した給水は都市発展の基本であり、この給水問題を解決し将来の水需要の増加に対処しなければならない。

本調査は、国際協力事業団（JICA）の調査団がウランバートル市都市計画局及び関連機関と協力して1993年8月から1995年3月にかけて実施したものである。

本調査の目的

- 1) 既存水道施設の緊急改修計画を策定する。
- 2) 2010年を目標としたウランバートル市の給水マスタープランを策定する。
- 3) 地下水優先開発候補地における開発計画のフィージビリティ調査を実施する。
- 4) 組織の構築を通して水道経営の強化策を提言する。

調査対象地域はウランバートル市及びその周辺地域を含めたトーラ川流域の約8000km²である（図-1参照）。

2 現状

2.1 社会経済

現在のウランバートル市の領域（面積は約1400km²）は1957年に大臣の諮問委員会で定められたもので、その時の人口は約17万人であった。ウランバートル市はモンゴル国の面積の約0.001%を占めるに過ぎないが、人口は国の26.8%を占める。

(1) 人口

ウランバートル市の人口は1939年にわずか24,200人に過ぎなかったが、その後平均増加率8.7%で急速に増え、1970年には294,400人に達した。1990年以降、工場やナライハ炭鉱の閉鎖に伴って人口増加率は低下したが、1994年は608,600人に達した。1994年における家族構成は4.7人、世帯数は132,000人、このうちアパート居住者は54.5%、ゲル居住者は45.5%となる。

モンゴル国の人口は1994年には225万人と推定される。

(2) 経済

1) 経済活動

1994年における人口およびそれに伴う経済活動のウランバートル市への集中度、及び主な経済指標を以下に示す。

集中度 (単位 %))

人口	27	電気供給	65.2
工業生産	47	住宅供給	50
輸送 (人)	53.2	建設	42

主な経済指標 (単位100万Tg.)

項目	1993	1994
工業	2958.5	65238.8
建設	399.6	6467.7
通信	1048.8	4200.6
小売り	14681.1	15548.2
サービス	2193.5	4435.9
税収	5697.1	10024.6

2) 予 算

ウランバートル市の収支は次表の示す通り、一瞥すると健全である。

ウランバートル市の予算 (単位100万Tg.)

	1993	1994
収入	5697.1	10024.6
所得税	664.9	940.2
法人税	3558.4	5819.3
商品税	772.5	1546.1
資産税	135.4	166.9
特別税	177.5	154.9
その他税、収入	52.8	422.2
税外収入	325.6	975
支出	4988.5	9177.9
給与	1356.3	2428.5
社会基金		314.2
保健基金		100.8
その他支出		4549.8
助成金		1270.4
投資	290	498.3
クレジット		15.9

出典：ウランバートル市

(3) 雇用および月収

1992年の民間企業の雇用者は前年の3.6倍に当たる34,500人であった。同年の非雇用者は、その大半は若者で50,000人にのぼる。官営雇用者の平均月収は1993年7月時点で8,000Tg.であった。

(4) 国家経済 (NI)

1989年の1人当たりのGNPは300米ドル台であった。国家経済指標を次に示す。

項目	単位	1989	1990	1991	1992*	1993*
総生産	100万 Tg.	8646	8328	15140	未回答	未回答
NI増加率	%	9.7	-3.8	-14.2	-7.6	-15.0
消費者物価インフレ率	%	-	-	130	126	69 *

*: 1994年7月時点での予測

2.2 水資源

2.2.1 地形、地質

調査対象地域は約8,000km²で Hentei 山脈の南部のトーラ川沿いに位置する。ウランバートル市の平均標高は1,350m, 年平均降雨量は250mmである。

Hentei 山脈は北極海と太平洋を隔てる国際分水嶺の一部をなす。

トーラ川はHentei 山脈に源を発し、調査地域内では大小の蛇行を繰り返しながら一般に北東から南西に流下している。本川の全長は819km、流域面積は50,400km²である。ウランバートル市(Zaisan 橋)より上流の流域面積は約6,300km²である。

調査地域はすべての時代の変成岩、火成岩および砕屑岩より構成されている。山地では、変形し、変成したプレカンブリアン紀および古生代の複向斜構造が見られる。中生代の地層および新生代の堆積物がこれらの褶曲および断層が発達した基盤岩を覆っている。小規模な花崗岩体が所々に分布している(図-2参照)。

2.2.2 気象、水文

調査地域は年間降雨量の約74%が集中する7月から8月の雨期によって特徴付けられる。湿度は冬季に高く、雨季の夏に低い。ウランバートル市の年平均気温は-2.1°Cである。

ウランバートル市(Zaisan 橋)でのトーラ川の平均比流量は4.51l/秒/km²、雨季の最大日平均流量は721m³/秒、最小日平均流量は6.84m³/秒である。なお冬季は全面凍結のため流量は、ほぼ零である。年間総流量は903,100,000m³と計算される。

2.2.3 水理地質

カンブリア紀ないし先カンブリア紀、デボン紀、石炭紀の地層および中生代の貫入岩体は本質的に不透水層であり、水理地質上の基盤岩と見なされる。しかし、基盤岩に形成された破碎帯は帯水層になりうる。第四紀堆積物は主要な帯水層と見なされ、トーラ川流域およびその支流域に分布する。

(1) 帯水層

調査地域内には二つの帯水層があり、ひとつは基盤岩に形成された破碎帯の裂カ水であり、ひとつは第四紀層中に生ずる沖積帯水層である。

裂カ水

岩盤を対象とした62本の調査井戸の内、14本の井戸では5リットル/秒(432m³/日)以上の地下水を産出し、この内の5本は10リットル/秒(864m³/日)以上であった。

沖積帯水層

トーラ川沿いの沖積帯水層は地下水面をもった不圧帯水層である。第四紀層は下流ほど層厚が大きくなる。本帯水層は大きな帯水能力をもっている。

(2) 調査地域内の帯水層

地下水資源として、重要な地区を以下に示す。

- 上流部 : Upper Water Source および新水源である Lower Part of Nalaih
- 中央部 : Central Water Source, Industrial Water Source, Meat Complex Water Source, and Power Plant No.3 Water Source
- 下流部 : Power Plant No.4 Water Source, および新水源である Lower Part of Power Plant とその下流地域
- Buheg 川
- ウランバートル市北部のトーラ川支流地区。ここは、主要な裂カ水の分布地区である。

(3) 既存水源の地下水賦存量

ウランバートル市の水道施設として、133本の生産井がある。このほか30本の井戸が工場用水や発電所の冷却水として利用されている。詳細を次表に示す。

水源	井戸本数	産出量 (1,000 m ³ /day)	地域
Upper	39	24.0	上流部
Central	70	97.0	中央部
Industrial	16	43.0	中央部
Meat Complex	8	15.0	中央部
小計	133	179.0	USAG 水源
Power Plant No.2	5	4.8	中央部
Power Plant No.3	13	29.3	中央部
Power Plant No.4	12	16.2	下流部
小計	30	50.3	その他水源
合計	242	229.3	

(4) 地下水面の変動

不圧地下水の地下水面の変動はそのまま地下水賦存量の変動となる。最近の15年間(1978-1993)の記録では、地下水面の低下は進行していない。

2.3 水道施設

2.3.1 水道施設

ウランバートル市の人口は1994年に569,405人であった(都市計画局の資料)。水道局からの給水状況は次の通りである。

人口	: 569,405人	(モンゴル国全人口の25%)
アパートの給水人口	: 290,609人	(ウランバートル市の人口の51%)
ゲル地区の給水人口	: 216,065人	(ウランバートル市の人口の38%)
否給水人口	: 62,731人	(ウランバートル市の人口の11%)

(1) 給水システムの概要

市の給水システムはウランバートル市水道局(USAG)が管理、運営しており、地下水を取水後、

塩素消毒して消費者に給水している。USAGの管理範囲はアパート地区への給水の場合、温水供給センター(CTP)へ送水するところまでで、各アパートへはCTPが独自の送水ポンプと配水施設で冷水と温水を供給している。市内には51カ所のCTPがある。

ゲル地区に対しては、280ヶ所の水販売所(kiosk)で住民に水を販売している。USAGは7カ所の給水基地から5m³の容量をもつ給水車でkioskへ水を運んでいる。

多くの水道施設は老朽化し、またメンテナンス部品の不足から稼働施設は急速に減少しつつある。水道施設の模式系統図を図-3に示す。

(2) 給水量

過去1年間の平均給水量は165,304m³/日である。

(3) 水源

4カ所の水源から133本の井戸で最大179,000m³の地下水を揚水している。

(4) 既存水道施設

既存水道施設の概要を以下に示す。

導水管	: 総延長 97,340m
浄水池	: 4カ所、総貯水容量 20,000m ³
送水ポンプ	: 25台
配水池	: 4カ所、総貯水容量 42,000m ³
配水管	: 総延長 200,340m

ゲル地区への給水施設:

- 給水基地	7カ所
- kiosk	280カ所
- 給水車	55台

2.3.2 水質

(1) 市所管の既存水源

既存4水源の水質は、同国飲料水基準をほぼ満足するものであり、現在のところ飲料用水として適当であると判断される。

ただ、"Meat Complex Water Source" 及び "Industrial Water Source" の Mn, TDS, アルカリ度および大腸菌群が、"Upper Water Source" "Central Water Source" に比べ、上回った値を示している。

今後の産業成長を考えると上記水源の水質保全の対策が望まれる。

(2) ゲル地区の井戸

ゲル地区内の井戸の水質は、数項目が飲料水基準を上回っている。このことから井戸水は、飲料水以外の、洗濯、水浴および植物の水撒き用として利用されている。

(3) 試掘井戸

試掘井戸の水質は下記を除き飲料水基準を満足している(図-4参照)。

マンガンがやや基準を上回る井戸	A-2、B-1、B-3
鉄分がやや基準を上回る井戸	A-2

(4) 河川水

下流ほど河川水の水質は悪化する傾向にある。マンガン、クロム、鉄、PHおよび大腸菌群が飲料

水基準を越えている。

(5) 飲料水

末端給水栓とゲル地区への給水元である水販売所 (kiosk) および給水基地での水質はすべて基準値を満足している。

2.3.3 水バランス

現時点の水バランスを次に示す。実給水量は至近1年間の平均値である。

実給水量	1 6 5, 3 0 4 m ³ /日	(100.0%)
アパート居住者	1 2 2, 0 5 6	(73.8%)
ゲル居住者	1, 6 0 0	(1.0%)
工場 (実測値)	1 1, 4 5 2	(6.9%)
その他	8, 1 0 0	(4.9%)
無効水量	2 2, 0 9 6	(13.4%)

2.3.4 組織、経営

(1) USAGの組織および管理

- USAGは市役所の一組織であるが、独立採算制をとっている。
- USAGはCTPまでの水道施設と、ゲル地区への給水施設および下水道施設を管轄している。
- USAGの主な業務範囲は、上記施設の計画、予算の立案、運営、維持である。
- USAGの職員数は、1,183人である。

(2) USAGの収支

USAGの、1993年末の収支を以下に示す。

Item	Change	Credit	Item	Change	Debit
Basic Fund	398,180	763,679	Bank loan	-954	5
Reserve Fund	11,748	52,708	Reserve fund	3,799	4,877
Social Fund	34,876	39,521	Social fund	22,361	52,664
Budget Clear	16	16	Budget clear	76	381
Shares	-1,050	2,000	Shares	60,212	60,425
Outstanding	22,633	26,538	Advance	231	473
Other credit	1,098	1,410	Register. fund	339,439	617,849
Advance	60,212	60,245	Dep. accumul	77,530	189,227
Material	2,552	9,027	Profit	44,517	65,868
Fuel	8,736	9,743			
Spare parts etc.	7,640	15,883			
Product. Unit	800	874			
Surplus reserve	216	473			
Omissions	79	0			
TOTAL	558,045	1,004,386	TOTAL	558,045	1,004,386

2.3.5 既存水道施設の問題点

主要な問題点は以下の通りである。このうち1) から4) の項目は給水絶対量の確保と維持管理の改善と言う観点から早急を実施すべきである。また、5) から9) の項目はUSAGが長期計画にもとづいて日常業務の中で実施すべきである。

緊急改修計画で実施すべき問題点

- 1) 取水ポンプ、送水ポンプが破損あるいは老朽化している事、および取水ポンプの遠隔操作設備の不備
- 2) 給水車不足
- 3) 取水井戸の老朽化
- 4) CTP内の流量計の破損あるいは不設置

長期計画で解決すべき問題点

- 5) 戸別（アパート内）流量計の不設置、蛇口の破損
- 6) 各戸（アパート内）の無駄水
- 7) 配水パイプの老朽化
- 8) 水道施設の過剰なエネルギー消費
- 9) 非常用電源設備の不設置

3. マスタープラン調査

3.1 地下水賦存量

(1) 既存水源の評価

既存の4カ所の水源のうち2カ所は十分な開発余力がある。Central Water Sourceの開発余力は安全揚水量の観点から地下水シミュレーションで確認した。

水源	既存水源の開発可能量		(単位; m ³ /日)
	開発可能量	最大既存開発量	未開発量
Central Water Source	114,300	97,000	17,300
Upper Water Source	90,000	24,000	66,000

(2) 新規地下水資源

沖積帯水層

JICAの試掘井戸の結果（表-1および図-4参照）および既存資料から、新規地下水資源の地下水賦存量は概略次のように見積られる。

新規地下水源の賦存量

	Lower Part of Nalaih	Buheg River	Lower Part of Power Plant	Downstream Area *1
面積 (km ²)	42.5	>237.5	>50	>1,000
沖積層の厚さ (m)	15-20	20-40	40-60	50-100
地下水面 (Gl-m)	2.5	5.5	2-3	2-3
帯水層の厚さ (m)	12.5-17.5	14.5-34.5	about 40-60	about 50-100
比産出率*2	0.15	0.1	0.15-0.2	0.15-0.2
賦存量 (10 ⁶ m ³)	102	586	>300	>1000

*1 Ulaan Hujiriin Bulan and Ulahiin Bulan を含む

*2 比産出率：不圧地下水において単位水位低下量に対する単位面積当たりの地下水産出率

裂カ水

JICAの試掘井戸の揚水可能量はUliastai川で903 m³/日、Bayan Goliin で2,164 m³/日、Selbe川で1,441 m³/日の地下水を産出する(表-1参照)。ウランバートル市にあるすべてのゲル地区へ給水するのに十分な産出量である。しかし、これらの裂カ水は大規模給水の水源には向かない。沖積帯水層に較べて賦存量が小さく、なおかつ、詳細な地質調査なしには井戸の位置を決められないからである。

3.2 地下水優先開発地の選定

(1) 優先開発地

候補地として可能性の高い箇所を次に列記する。

地下水資源候補地

Location	帯水層	距離*1	水理地質条件	地下水賦存量	建設費	運営費	優先度
Lower Part of Nalaih	沖積	28-40	かなり良好	中	低	低	1
Buheg River	沖積	34-54	かなり良好	大	高*2	中	4
Lower Part of Power Plant	沖積	34-55	かなり良好	大	中	中	2
Ulaan Hujiriin Bulan	沖積	55-122	かなり良好	莫大	高	高	6
Ulahiin Bulan	沖積	122-14	かなり良好	莫大	高	高	7
North of ULBT							
Uiaastai River	裂カ水	10-15	良好	ゲル地区への給水には充分	低	低	3
Selbe River	裂カ水	5-10	良好		低	低	
Bayan goliin	裂カ水	18	良好		低	低	
Tahiltin goliin	裂カ水	16-22	良好		中	中	
Holiin River	裂カ水	10-15	良好	同上	中	中	5

*1：市中心部からの距離

*2：水質が飲料水に適さない

上表より水理地質条件および経済性の観点から Lower Part of Nalaih が最も優れており、この地区を優先開発候補地とする。

(2) 環境

Lower Part of Nalaih の取水施設および送水施設の建設は、以下の点から周辺の自然環境および社会環境に影響を及ぼさない。

- 取水施設 : 井戸はトーラ川に沿い、非生活地区の河川敷に約300mの間隔で設置する。
 送水施設 : 送水管は全て既設道路側帯に布設する。

3.3 人口および水需要予測

(1) 人口予測

将来のウランバートル市の人口および居住地区は次のように予測される。

人口予測

	単位	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Mongolia (M)	百万人	1.91	2.91	2.50	2.84	3.20	3.59
	aagr	2.76%	2.74%	2.68%	2.58%	2.43%	2.29%
中央地区	千人		321	358	406	458	513
			55.8%	55%	55%	55%	55%
ゲル地区	千人		254	293	332	375	420
			44.2%	45%	45%	45%	45%
Ulaanbaatar(U)	千人	503	575	650	738	833	932
U/M		26.3%	26.3%	26%	26%	26%	26%

aagr : 年平均増加率

(2) 2010年の給水人口および給水地区

給水対象者はアパートおよびゲル居住者あわせて822,000人と予測される。給水地区は市中央部(6地区)の他に、Nalaih およびGachuurt地区が含まれる。

(3) 水使用原単位

- アパート居住者 : 430 l/人/日 (漏水率10%含む)
 ゲル居住者 : 10 l/人/日

現在の原単位はアパート居住者が420 l/人/日であるが、漏水率が30%に達するので実使用量は290 l/人/日である。将来予測に関しては、当然この漏水率を順次低減させる必要があるが、生活形態の変化により実使用量は順次増加していく。

漏水率の低減と実使用量の増加は相殺されると予測されるので、2000年以降は430 l/人/日とした。この時の実使用量は390 l/人/日、漏水率は10%と想定している。なお、漏水率を緊急に改善すれば、開発水量は少なく済むが経済比較の上では開発水量を増やすほうが安上がりとなる。一方、ゲル居住者の現在の水使用原単位は7.4 l/人/日であり、この伝統的居住形態は水使用量が大きく伸びる余地は少ないので上記の値を採用した。

(4) 水需要予測

2010年における水需要は次のように予測される。

この中で工業用水については、産業政策も含めた都市開発計画が国会で審議中の為、モンゴル国 Ministry of Infrastructure Development と協議の上、工業用水の水需要量を決定した。ちなみに現在の工業用水需要量は11,452 m³/日である。

項目	水需要 (m ³ /日)	1993年の使用量 (m ³ /日)
アパート居住者 (人口比率55%)	197,700	122,056
ゲル居住者 (人口比率45%)	3,600	1,600
工業用水	42,500	11,452
その他 (公共施設等)	13,300	8,100
無効水量	28,600	22,096
合計	285,700	165,304

(5) 将来の開発水量

1994年における既開発水量は179,000m³/日である。従って上記水需要予測から2010年にはさらに106,700m³/日の開発が必要となる。

	項目	生産量 (m ³ /日)
A	将来の生産量	285,700
B	既存の生産量	179,000
	Central Source	最大 97,000
	Industrial Source	最大 43,000
	Meat Complex Source	最大 15,000
	Upper Source	最大 24,000
C	将来の開発水量 (=A-B)	106,700

3.4 2010年における水資源開発の基本構想

- (1) 将来の水資源開発は地下水で十分に賄える。表流水の開発は必要ない。
- (2) 既存水源であるUpper Water SourceおよびCentral Water Sourceは十分な開発余力を残している。これらはウランバートル市に近く、その開発余力を効果的に利用すべきである。
- (3) 将来の水資源開発は、既存水源であるUpper Water SourceおよびCentral Water Sourceと新規水源であるLower Part of Nalaïhとを組み合わせるべきである。

4. フィージビリティ調査

4.1 設計条件

優先プロジェクトのフィージビリティ調査の計画条件は、次の通りである。

- (1) 目標年 : 2010年
- (2) 人口 : 932,000 人
- (3) 給水人口および給水区域

2010年に於ける給水人口および給水区域を、次表に示す。

(単位:人)			
地区	アパート居住者	ゲル居住者	合計
中央地区*	450,774	330,335	781,109
Nalaïh	9,005	26,777	35,782
Gachuurt	0	5,275	5,275
合計	459,779	362,387	822,166

*次の6地区を含む: Han Uul, Bayanzurh, Suhbaatar, Chingeltei, Bayangol, Songinohairhan

- (4) 水需要量 : 285,700 m³/day
- (5) 必要開発水量 : 106,700 m³/day
- (6) 各水源の残存開発可能水量
 - Central Water Source : 17,300 m³/day
 - Upper Water Source : 66,000 m³/day
 - Lower Part of Nalaih (新水源) : 80,000 m³/day 以下

4.2 開発水源の比較検討

将来の水需要予測に基づき、水源毎の開発水量を設定するため、既存水源の拡張を含む下記4ケースを設定し比較検討を実施した。

Case 1

- (1) 既設 Upper Water Source を現状の24,000 m³/day から 72,000 m³/day に拡張する。
- (2) 新水源 Lower Part of Nalaih を58,700 m³/day まで開発する。

Case2

- (1) 既設 Upper Water Source を現状の24,000 m³/day から 90,000 m³/day に拡張する。
- (2) 新水源 Lower Part of Nalaih を40,700 m³/day まで開発する。

Case3

- (1) 既設 Upper Water Source を現状の24,000 m³/day から 72,000 m³/day に拡張する。
- (2) 既設 Central Water Source を現状の97,000 m³/day から 114,300 m³/day に拡張する。
- (3) 新水源 Lower Part of Nalaih を41,400 m³/day まで開発する。

Case4

- (1) 既設 Upper Water Source を現状の24,000 m³/day から 90,000 m³/day に拡張する。
- (2) 既設 Central Water Source を現状の97,000 m³/day から 114,300 m³/day に拡張する。
- (3) 新水源 Lower Part of Nalaih を23,400 m³/day まで開発する。

上記4ケースを比較検討した結果、経済的に最も優位な”Case3”を選定し実施することとする。施工は、投資効率の観点から、下記に示す3段階に分割し実施する。

- 第1段階 : Upper Water Source の 施設拡張
- 第2段階 : Central Water Source の 施設拡張
- 第3段階 : Lower Part of Nalaih (新水源) の 新規開発

4.3 施設計画

4.3.1 Upper Water Source の 施設拡張計画

- (1) 取水施設
本実施計画に伴う 取水施設の拡張は必要ない。
- (2) 送水施設
ポンピングステーションに設置されている送水ポンプの拡張は必要ないが、送水流量計測のための流量計、リザーバー水位計、ポンプ保護用温度計等の工業計器、および 送水管内のウォーター

ハンマー対策施設の設置が必要である（図－5 参照）。

尚、ポンピングステーションから Zavsariin リザーバーまでの既設送水管は、拡張水量を送水するに充分の容量を有している。しかし、Zavsariin リザーバー以降ウランバートル市内までの配水本管送水能力は、実施時検討を要する。

(3) その他

Zavsariin リザーバーとNorth East リザーバーに計4台の水位計を設置する。

Zavsariin リザーバーに塩素注入装置を設置する。

Zavsariin リザーバーとNorth East リザーバーおよびポンピングステーションの間に日常の運転、維持管理用としての通信施設を設置する。

Zavsariin リザーバーにリザーバーとして機能させるための付属機器（弁、管ほか）を設置する。

4.3.2 Central Water Source の施設拡張計画

(1) 取水施設

取水施設の拡張内容を次に示す（図－6 参照）。

項目	数量	仕様
井戸	14	深度30m, 1500m ³ /day/well
井戸ポンプ他	14	水中ポンプ
遠隔操作設備	1組	ポンプ、バルブ操作設備
井戸小屋	14	レンガ製 (5m x 5m x H8m)
集水管	10,500m	DCIP Ø150 ~ 500 mm
電源供給施設	1組	

(2) 送水施設

本実施計画に伴う送水施設の拡張は必要ない。

4.3.3 Lower Part of Nalaih (新水源) の新規開発

(1) 取水施設

開発に伴う取水施設の仕様は次の通りである（図－7 参照）。

項目	数量	仕様
井戸	41	1,220 m ³ /day/well 深度 20m (38 本) & 30m (3 本)
井戸ポンプ他	41	水中ポンプ
遠隔操作設備	1組	ポンプ、バルブ操作設備
井戸小屋	41	レンガ製 (5m x 5m x H8m)
集水管	10,750m	DCIP Ø150 ~ 500 mm
送受電施設	1組	
電源供給施設	1組	

(2) 送水施設

各井戸群から取水した地下水は、ガチョルト町の東直近に設置するリザーバーに貯留し塩素処理した後、自然流下にてウランバートル市へ配水する。配水本管は、既設の道路に沿って敷設する。開発に伴う送水施設の仕様は次の通りである（図-7参照）。

項目	数量	仕様
配水池	2	6,900 m ³ x 2 (Retention Time = 8hr)
塩素滅菌装置	1組	41,400 m ³ /day x 1.0 mg/l
主送水管	21,000 m	DCIP ø800mm
電源設備	1組	ポンプ、バルブ操作用
建物	1組	レンガ製

4.3.4 プロジェクト用地の取得

上記プロジェクトの実施に伴う取水施設、送・配水施設等は、モンゴル政府主幹の用地に建設する。Central Water Sourceに拡張する井戸群からの導水管は、既存水源域内に、また、新水源の導水管および配水本管は、既設の道路に沿って敷設する。

従って、プロジェクト用地の取得は、諸手続きが必要であるが用地取得のための費用は不要である。

4.3.5 プロジェクトコスト

本プロジェクトの実施に関わる直接工事費、設計監理費、管理費および予備費を含めた全費用は、下表の通り、総額 US \$ 67,335,380. である。

プロジェクトコスト
(1994年12月価格)

(単位: US Dollar)

No	費目	第1段階			第2段階			第3段階			Amount		
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計	外貨	内貨	合計
1	直接建設費	1,042,020	106,250	1,148,270	6,312,860	2,058,530	8,371,390	34,792,680	12,035,250	46,827,930	42,147,560	14,200,030	56,347,590
-1	Upper Water Source	1,042,020	106,250	1,148,270	0	0	0	0	0	0	1,042,020	106,250	1,148,270
-2	Central Water Source	0	0	0	6,312,860	2,058,530	8,371,390	0	0	0	6,312,860	2,058,530	8,371,390
-3	Lower Part of Nalaib	0	0	0	0	0	0	34,792,680	12,035,250	46,827,930	34,792,680	12,035,250	46,827,930
2	土地取用費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	技術費	492,900	0	492,900	807,800	0	807,800	2,361,900	0	2,361,900	3,662,600	0	3,662,600
4	政府事務費 [1の3%]	0	34,448	34,448	0	251,142	251,142	0	1,404,840	1,404,840	0	1,690,430	1,690,430
5	予備費 [1の10%]	104,202	10,625	114,827	631,286	205,853	837,139	3,479,268	1,203,526	4,682,794	4,214,756	1,420,004	5,634,760
	合計	1,639,122	151,323	1,790,445	7,751,946	2,515,525	10,267,471	40,633,848	14,643,616	55,277,464	50,024,916	17,310,464	67,335,380

注) 交換レート: US\$ 1.00 = ¥100.0, US\$ 1.00 = Tg 400.0

政府事務費: 土地取用、設計・施工における調整事務に要する直接経費および人件費

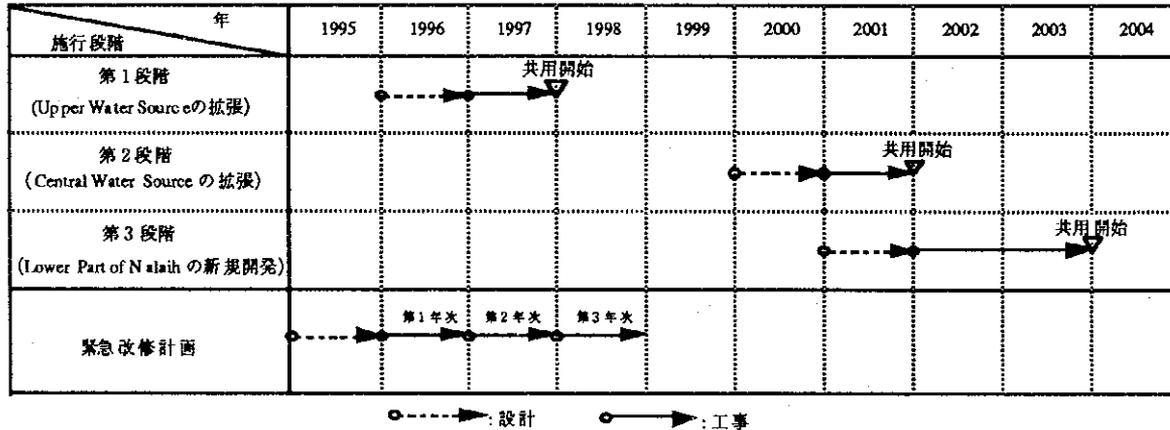
4.4 実施計画

本プロジェクトは、本調査結果に基づき、JICA 調査団が提案した既設水道施設の " 緊急改修計画 " と並行し、2010年までの水需要予測に基づいて、下記の通り、3段階に分割し、実施する。

尚、2010年までの水需要予想と各施設工段階での給水量を図-8に示す。

但し、緊急改修計画の施行は、1996年から3年間で実施されるものと仮定した。

実施スケジュール



4.5 維持管理計画

(1) 概要

日常の運営および維持管理は、USAG (ウランバートル市水道局) が既設の水道施設同様実施する。

Upper Water Source および Central Water Source 拡張施設の運営・維持管理は、既存の体制内で対応し、Lower Part of Nalaih (新水源) の新規開発施設は、職員増で対応する。

(2) 運営・維持管理費

年間の運営・維持管理費と将来、施設の老朽化に伴う施設更新費は、次の通りである。

費目	年間の維持管理費 (単位: US Dollar)		
	第1段階	第2段階	第3段階
1. 電気代	354,605	129,508	179,436
2. 薬品代	420	101	242
3. 人件費	0	0	37,800
4. 修理費	11,483	83,714	468,279
合計	366,508	213,323	685,756

施設更新費（1994年12月価格）

（単位：US Dollar）

費目	第1段階	第2段階	第3段階	合計
取水設備	0	8,371,390	19,762,150	28,133,540
配水設備	1,148,270	0	27,065,780	28,214,050
合計	1,148,270	8,371,390	46,827,930	56,347,590
15年毎	386,640	1,628,000	4,039,460	6,054,100
20年毎	761,630	2,550,090	7,826,970	11,138,690
40年毎	0	4,193,300	34,961,500	39,154,800

15年毎の更新施設：井戸、井戸ポンプ、塩素滅菌施設

20年毎の更新施設：上記他施設

40年毎の更新施設：配管、土木構造物及び建物

4.6 プロジェクト評価

(1) 水道料金体系

現在の料金体系

アパート居住者：Tg.8/m³ x 150 l/人/日の固定制。

1993年の水道料金；4.7人/家族 x 0.15m³/人/日 x 30日 x Tg.8/m³ = 169.2Tg./家族/月

1993年の月収；8,000Tg.、月収に占める水道料金の割合 2.1%

ゲル居住者：Tg.400/m³ および600/m³の従量制。

1993年の水道料金；4.7人/家族 x 0.0074m³/人/日 x 30日 x Tg.400-600/m³ = 420-630Tg./家族/月

1993年の月収；8,000Tg.、月収に占める水道料金の割合 5.3 - 7.9%

工業用水他：Tg.39/m³

将来の料金体系

主要消費者の水道料金は、次の様に設定する。

一般生活用：Tg. 34 / m³ (US\$ 0.097 / m³)

工業用及び：Tg. 100 / m³ (US\$ 0.286 / m³)

その他 (現状単価のTg. 39 / m³では、本プロジェクトの形成が不可能である。この時のEIRRは、-0.01%となる。)

ウランバートル市在住の給与所得者の平均月収は居住形態に関係なく1989年から1992年にかけては10倍以上、1992年から1993年にかけては1.38倍となっている。本プロジェクトが共用開始となる（水道料金がすべて従量制となる）1998年には、近年の急激な物価上昇も併せ考慮すると同じような収入の伸び率（1.38倍）が期待でき、40,000 Tg.に達すると予測される。

1998年の水道料金；4.7人/家族 x 0.43m³/人/日 x 30日 x Tg.34/m³ = 2,060Tg./家族/月

1998年の月収；40,000Tg.、月収に占める水道料金の割合 5.1%

ただし、ウランバートル市の人口の45-50%を占めるゲル居住者の水使用量は0.01m³/人/日なので月収に占める水道料金の割合は0.1%となる。全人口の加重平均ではこの割合は2.6%以下となる。

1998年以降2010年にかけても月収は増えると予測され水道料金はTg.34/m³と変わらないので、月収に占める水道料金の割合は2010年にはアパート居住者でも5%以下となる。

尚、世界銀行の目安では、上下水道料金として4~5%としている。

(2) 経済評価

経済内部収益率 (EIRR) は、試算の結果 3.5 % である。

モンゴル国の社会経済状況を考えると1990年以降の市場経済への移行、それに伴う国家経済の再建・発展のために生活基盤の向上が望まれる。

また、モンゴル国内での他のセクターと比較すると、水道供給事業は、" Basic Human Needs " の観点から高い優先順位に位置づけられ、資本の機会費用により判断しえない問題である。

上記の事柄を配慮すれば、本プロジェクトの実行は、きわめて可能と考える。

財源は、社会基盤整備を対象とした下記に示されるような長期ローンが考えられる。

原 資	:	OECD
年 利	:	2.6 %
融 資 期 間	:	30 年
返済猶予期間	:	10 年

(3) 財務評価

財務的内部収益率 (FIRR) は、試算の結果 2.6 % である。利用者が水道料金を次のように支払えば本プロジェクトは財務的に実施可能である。

一般生活用	:	Tg. 34 / m ³ (US\$ 0.097 / m ³)
工業用及びその他	:	Tg. 100 / m ³ (US\$ 0.286 / m ³)

5. 提 言

(1) 本プロジェクトの早期実施

" 緊急改修実施計画 " と併せ、ウランバートル市の水需要増加に対処するため本プロジェクトを早急に実施する必要がある。

(2) 地下水賦存量

2010年までの水需要は地下水資源のみで対応出来る。

2010年以降はトーラ川下流の地下水を水源として利用することが出来る。しかし、これらの水資源は市から遠くその開発費が高価となることが予測される。したがって、これらの開発にあたっては、その経済性を表流水の開発と比較しながら検討されるべきである。

(3) 表流水

表流水は大きな開発可能量を持っているものの、開発費は非常に高く、水道単独事業に相応しくない。その開発は、経済的な観点から洪水調節、水力発電、灌漑および工業用水の開発とあわせて考慮されるべきである。

(4) 水道料金体系の改善

現在、アパート居住者に適用している均一料金体系 (水道料金単価 x 150 l/p/d) の水道料金を2000年から水道メーター等による計測値に基づいた従量制に改善することが必要である。

(5) 給水量 " 計測システム " の確立

(i) 流量計はポンプ場、CTP、大口消費者および最終的にはすべてのアパートに設置されるべきであり、給水実態の把握に努めることが必要である。

これは、水道料金の徴収や日常の水道施設管理（O&M）の基礎資料として重要であるばかりでなく、ひいては使用者に対して節水の意識をもたせる事により水資源の有効利用を図ることになる。

(ii) 水供給の有効利用を計るための施策として下記の項目を実施すべきである。

- 水道局（USAG）と温水供給センター（CTP）は、給水量の計測システムとモニタリングシステムを構築する。
- 一般消費者に対しては、水道料金を均一料金制度から従量制度へと転換することで、節水意識の高揚を計る。

(6) 水源の汚染対策

(i) 既存の Industrial Water Source と Meat Complex Water Source の地下水水質は、現在飲料水基準を満足しているが、他の水源と比べ悪化の傾向にあるので、水源水質維持のため産業廃棄物や工場排水による汚染対策および下水道施設の整備増強に努める必要がある。

(ii) Lower Part of Nalaih の開発に際し、その水源保護として既存水源と同様、水質保全地区を設立する等の将来的な汚染対策が必要である。上記の施策により、Nalaih からの排水（下水）による水源への汚染は生じないと考える。また、事前に Nalaih 地区の汚染に関する調査を実施すべきである。

(7) 地下水開発の制限

地下水は有限な資源であり持続可能な開発を心掛けなければならない。とくに消費地に近くて良質な地下水であるウランバートル市北部の裂カ水は、沖積帯水層と異なりその賦存量に限界がある状況から、USAG およびモンゴル国政府の許可なしにはその開発は制限されるべきである。

(8) 既存水源の保全

Central Water Source において、井戸効率の低下を防ぎ、また地下水資源を保全するために、1本1本の井戸の揚水量を 1500 m³/日以下にするべきである。

(9) 下水道施設の整備増強

本プロジェクトの推進による給水区域の拡大に伴い、下水道施設（管路、処理場）の整備増強が、将来必要である。これは、衛生改善とともに Industrial Water Source と Meat Complex Water Source の水質保全の観点からも重要である。

(10) Ger Area の給水方法改善

近い将来の生活改善とそれに伴う水需要の増加を勘案して次の提案をする。

- パイプラインにより直接 kiosks に送水出来る割合を増加する。
- 公共水栓の設置を促進する。

(11) Test Well

(i) 調査井戸は地下水資源の管理と持続的開発のために、地下水観測井戸として利用されるべきである。このうちA-2を除く、A-1からA-4調査井戸はゲル居住者への利用も検討可能である。調査井戸を飲料水用として使用する場合は、使用前に定期的な検査・分析を行うことが必要である。またA-2、B-1、B-2においては飲料水化する場合に際し除鉄、除マンガンが必要である。

(ii) 将来的に工場等が本プロジェクト以外の新水源を必要とした場合、その用途に応じ河川水や Lower Part of Power Plant およびトーラ川下流域を水源として検討することができる。

APPENDIX

緊急改修計画

既存水道施設の問題点を解決するために、次に掲げる項目を緊急改修計画として提案する。

緊急改修計画項目

	項 目	内 容	事業費 (円)
1)	取水ポンプの交換	水中ポンプ 46台	675,738,000-
2)	上記新規取水ポンプの遠隔操作システム	35組	288,335,000-
3)	送水ポンプの交換	10台	649,510,000-
4)	給水車の調達	7台	127,644,000-
5)	井戸建設資材の調達	ケーシング 井戸20本分、 掘削機 1台	152,183,000-
6)	既存取水ポンプの遠隔操作システム	98組	365,034,000-
7)	CTP の流量計の交換	44台 (径 150mm)	21,817,000-

Total = ￥2,280,261,000-

(= US\$ 22,802,610-)

(交換レート : US\$ 1.00 = ￥100.0)

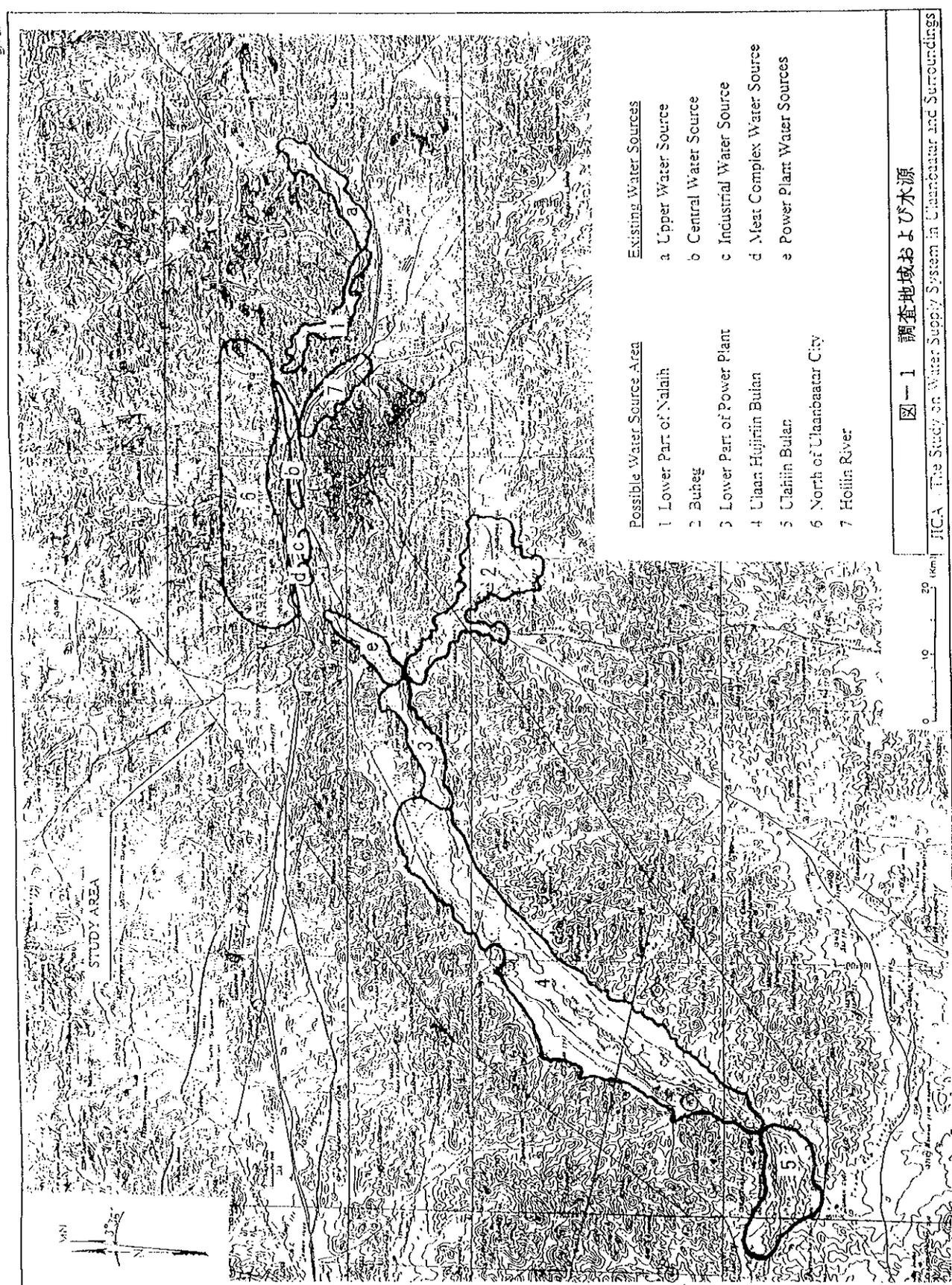
実施計画

年次	内 容	事業費 (円)
第1年次	1) 取水ポンプの交換 4) 給水車の調達	計 803,382,000
第2年次	3) 送水ポンプの交換 5) 井戸建設資材の調達	計 801,693,000
第3年次	2) 新規取水ポンプの遠隔操作システム 6) 既存取水ポンプの遠隔操作システム 7) CTP の流量計の交換	計 675,186,000
	合 計	2,280,261,000

表一 1 試掘井戸結果

Well No.	Location	Elevation (m)	Coordinate		Drilled Depth (m)	Screen Depth		Pumping Rate		S.W.L. (m)	P.W.L. (m)	Draw-down (m)	Specific Capacity (m ³ /day/m)	Transmissivity (m ² /day)	Permeability Coefficient (cm/sec)	Producing Layer	Depth to Bedrock (m)	Remarks
			X (Long.E)	Y (Lat.N)		from (m)	to (m)	(l/sec)	(m ³ /day)									
A-1	Uliastai River	1442.50	107-03'22"	48-00'25"	183.5	84.0	177.5	10.5	903	12.4	58.75	46.35	19	23	(4.10x10 ⁻⁴)	Bedrock		
A-2	Selbe River	1431.50	106-54'20"	48-03'23"	201.8	102.8	196.3	0.6	52	11.8	82.05	70.25	1	<1	(4.61x10 ⁻⁶)	Bedrock		
A-3	Bayan Goliin	1374.60	106-42'48"	47-58'28"	200.3	95.5	123.0	25.0	2164	5.61	53.42	47.81	45	40	(6.52x10 ⁻⁴)	Bedrock	0	
						134.0	178.0											
						183.5	194.5											
A-4	Selbe River	1425.20	106-54'03"	48-03'02"	134.0	49.5	134.0	16.7	1441	3.48	52.22	48.74	30	31	(7.97x10 ⁻⁴)	Bedrock	18	
	Sub Total				719.6													
B-1	Buheg River	1305.50	106-45'00"	47-38'18"	50.0	22.5	39.0	3.9	337	(2.0)	11.53	13.53	25	35	2.46x10 ⁻³	Alluvium	>50	Flowing well
B-2	Buheg River	1297.00	106-42'56"	47-39'45"	50.0	16.0	21.5	6.3	540	0.45	5.65	5.2	104	122	8.56x10 ⁻³	of Buheg River	>50	
						38.0	49.0											
B-3	Buheg River	1230.50	106-35'02"	47-43'52"	65.0	22.0	33.0	22.0	1901	2.7	10.04	7.34	259	354	1.86x10 ⁻²		>65	
	Sub Total				165.0													
C-1	Lower Area	1392.30	107-21'59"	47-48'52"	30.5	10.0	21.0	10.8	935	0.75	8.69	7.94	118	142	1.49x10 ⁻²	Lower Layer	21	
C-2	of Upper Water	1386.60	107-19'51"	47-49'10"	24.0	11.0	22.0	5.6	485	1.71	8.53	6.82	71	59	6.21x10 ⁻³	of Alluvium	20	
C-3	Source	1370.70	107-15'10"	47-50'52"	31.0	24.5	30.0	2.9	253	2.47	16.9	14.43	18	13	2.74x10 ⁻³	Tuul River	28	
C-4		1331.70	107-09'55"	47-55'12"	22.3	9.1	14.6	4.4	382	1.08	7.23	6.15	62	91	1.91x10 ⁻²		14	
C-5	Buheg	1226.60	106-35'20"	47-46'17"	30.0	13.5	24.5	8.5	734	5.47	26	20.53	36	37	3.89x10 ⁻³		>30	
C-6	Lower Part	1204.50	106-30'36"	47-45'52"	32.0	13.5	30.0	25.0	2160	1.93	3.69	1.76	1227	873	6.12x10 ⁻²	Alluvium of Tuul River	>31	
C-7	of Power Plant	1174.20	106-17'20"	47-43'35"	30.0	13.5	24.5	36.7	3168	1.8	3.37	1.57	2018	2410	2.54x10 ⁻¹		>30	
C-8		1173.00	106-18'10"	47-42'50"	30.0	16.0	27.0	4.4	382	1.2	8.06	6.86	56	50	5.26x10 ⁻³		>30	
	Sub Total				229.8													
	Grand Total				1114.0													

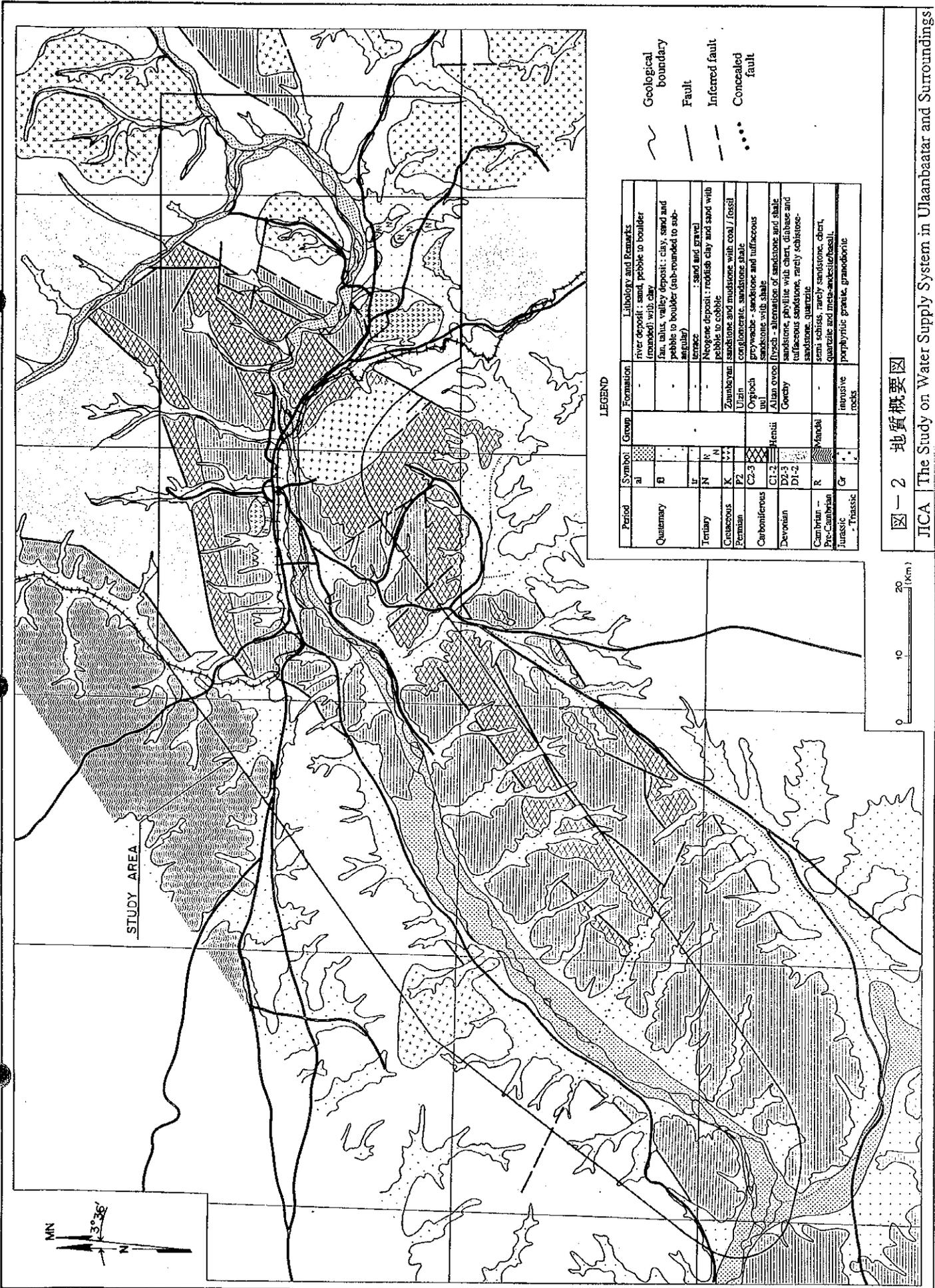
S.W.L. ; Static Water Level
P.W.L. ; Pumping Water Level



- Possible Water Source Area
- 1 Lower Part of Nalaib
 - 2 Buheg
 - 3 Lower Part of Power Plant
 - 4 Ulaan Hujirin Bulan
 - 5 Ulaanin Bulan
 - 6 North of Ulaanbaatar City
 - 7 Hovlin River
- Existing Water Sources
- a Upper Water Source
 - b Central Water Source
 - c Industrial Water Source
 - d Meat Complex Water Source
 - e Power Plant Water Sources

图一1 調査地域および水源

JICA The Study on Water Supply System in Ulaanbaatar and Surroundings

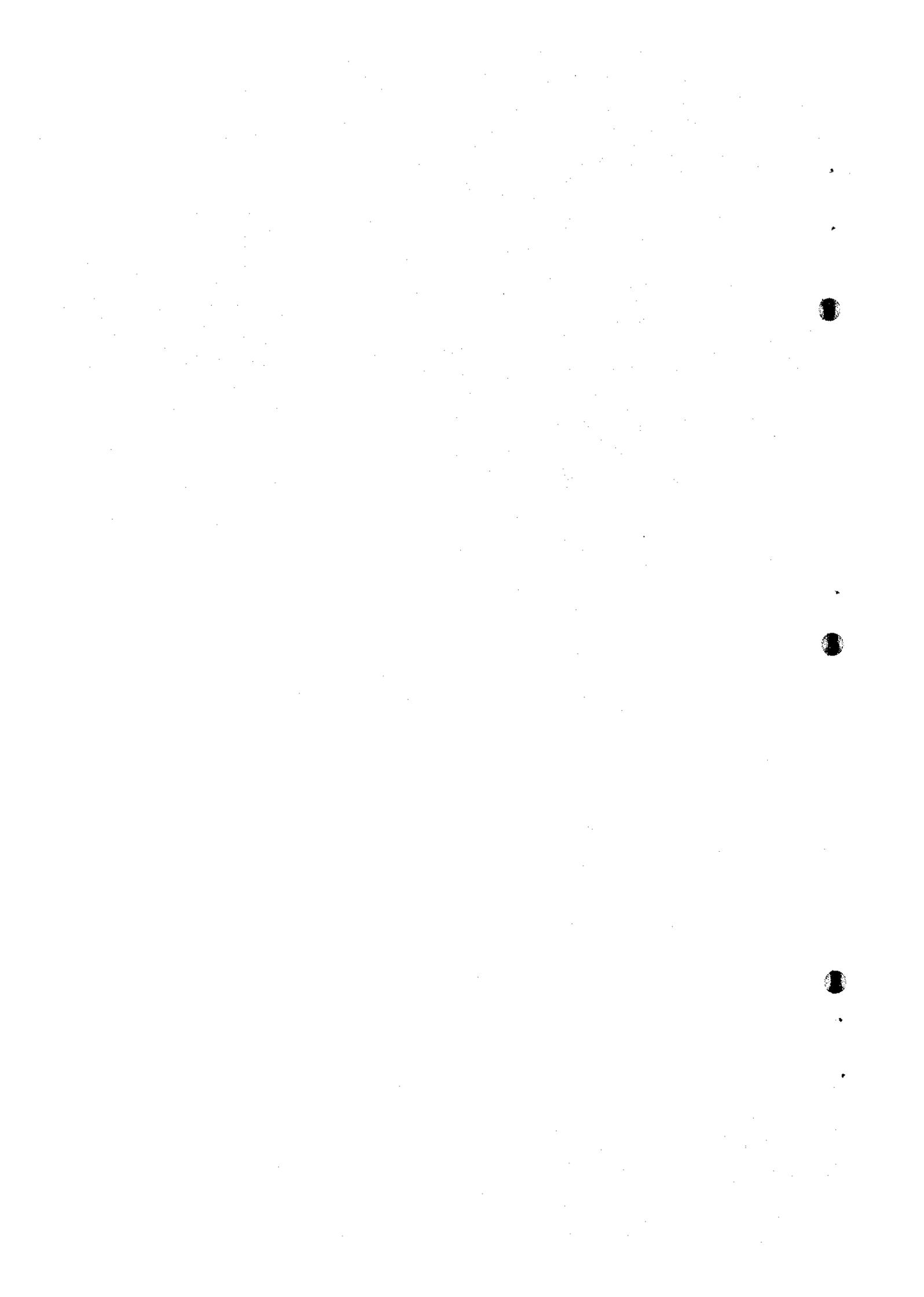


LEGEND

Period	Symbol	Group	Formation	Lithology, and Remarks
Quaternary	al			river deposit: sand, pebble to boulder (rounded) with clay
	Q			fan, alluvial valley deposit: clay, sand and pebble to boulder (sub-rounded to sub-angular)
Tertiary	T			terrace: sand and gravel
	N	IV		Neogene deposit: reddish clay and sand with pebbles to cobble
Cretaceous	K	IV	Zambayan	sandstone and mudstone with coal / fossil
	P2	IV	Ulaan	conglomerate, sandstone and tuffaceous sandstone with shale
Permian	C2-3		Oygochi	greywacke - sandstone and tuffaceous sandstone with shale
	C1-2		Ulaan ovooi	flysch - alternation of sandstone and shale
Carboniferous	D2-3		Geechy	sandstone, phyllite with chert, diabase and tuffaceous sandstone, rarely schistose sandstone, quartzite
	D1-2			semi schists, rarely sandstone, chert, quartzite and meta-igneous/metasedimental
Cambrian - Pre-Cambrian	R		Manda	
	Cr			intrusive rocks
Jurassic - Triassic				porphyritic granitic, granodioritic

- Geological boundary
- Fault
- Inferred fault
- Concealed fault

图一 2 地質概要图



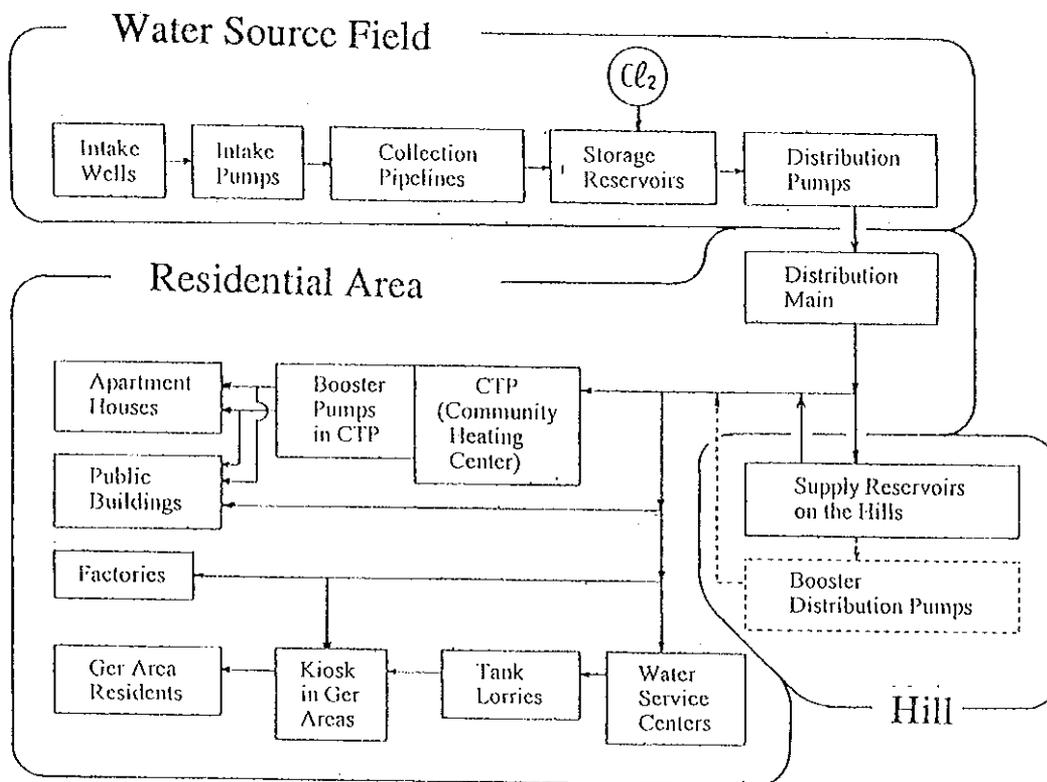
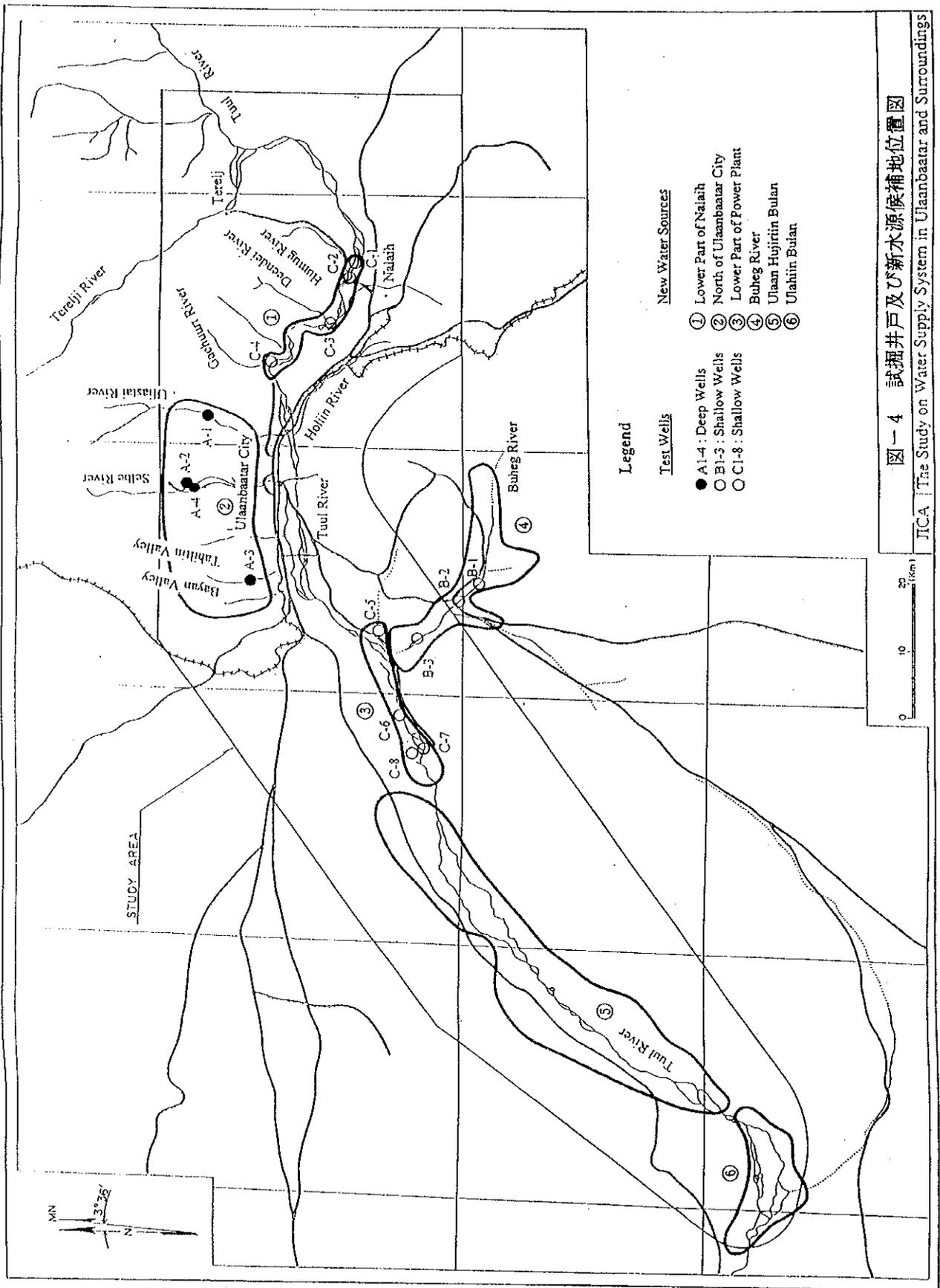


図-3 ウランバートル市給水系統図



图一4 试掘井戸及び新水源候補地位置图
 JICA The Study on Water Supply System in Ulaanbaatar and Surroundings

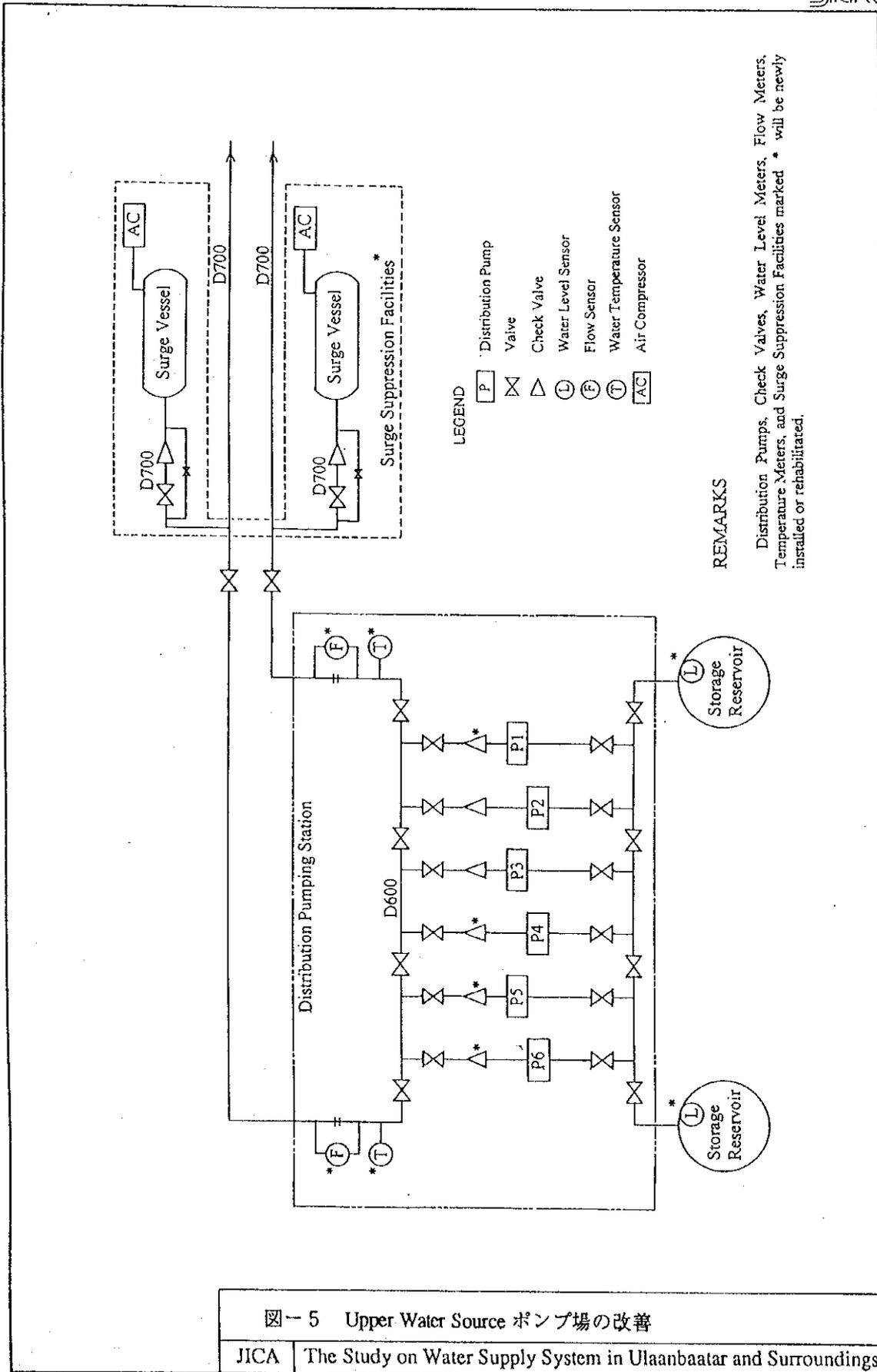


図-5 Upper Water Source ポンプ場の改善

JICA The Study on Water Supply System in Ulaanbaatar and Surroundings

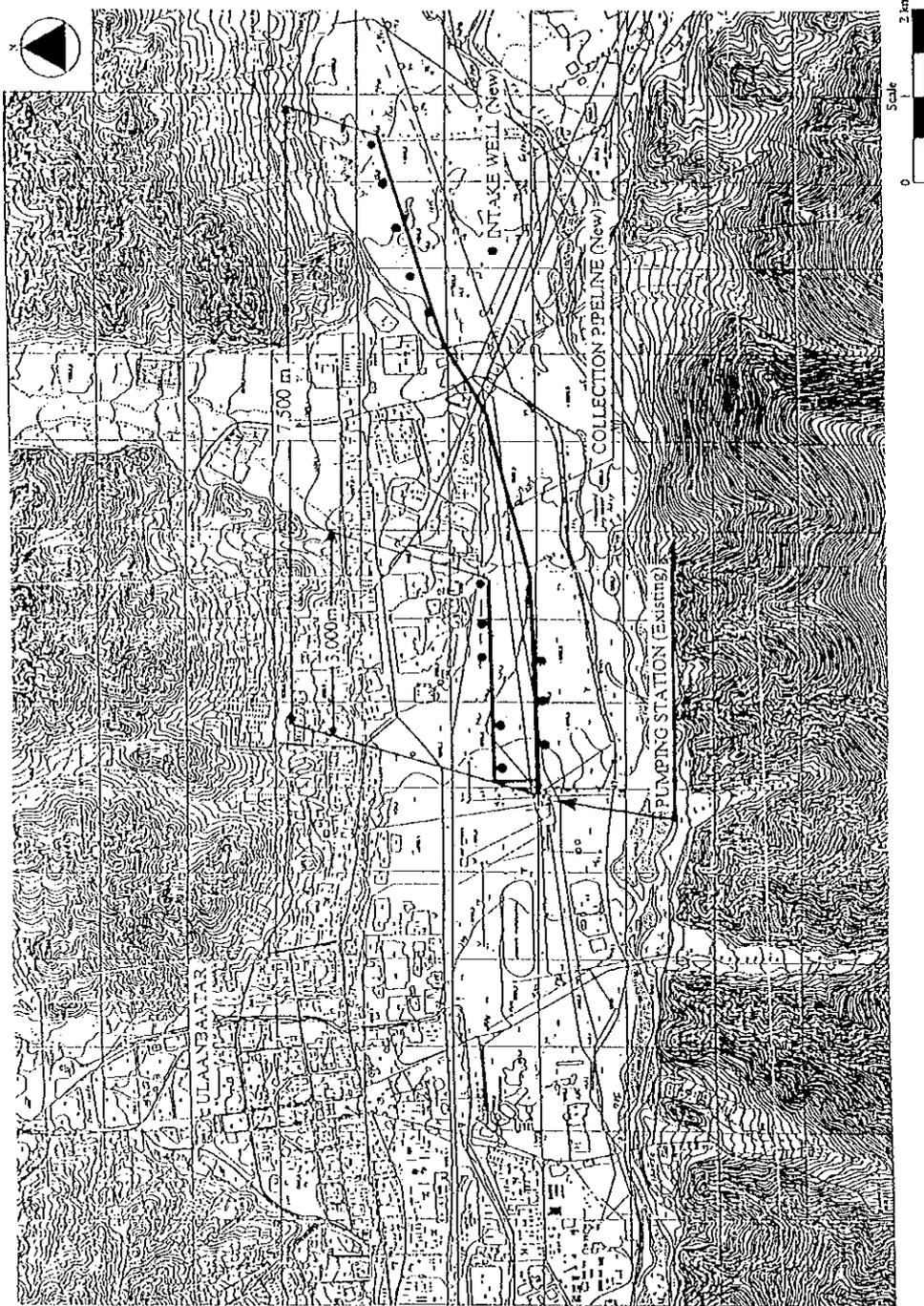


図-6 Central Water Source の拡張

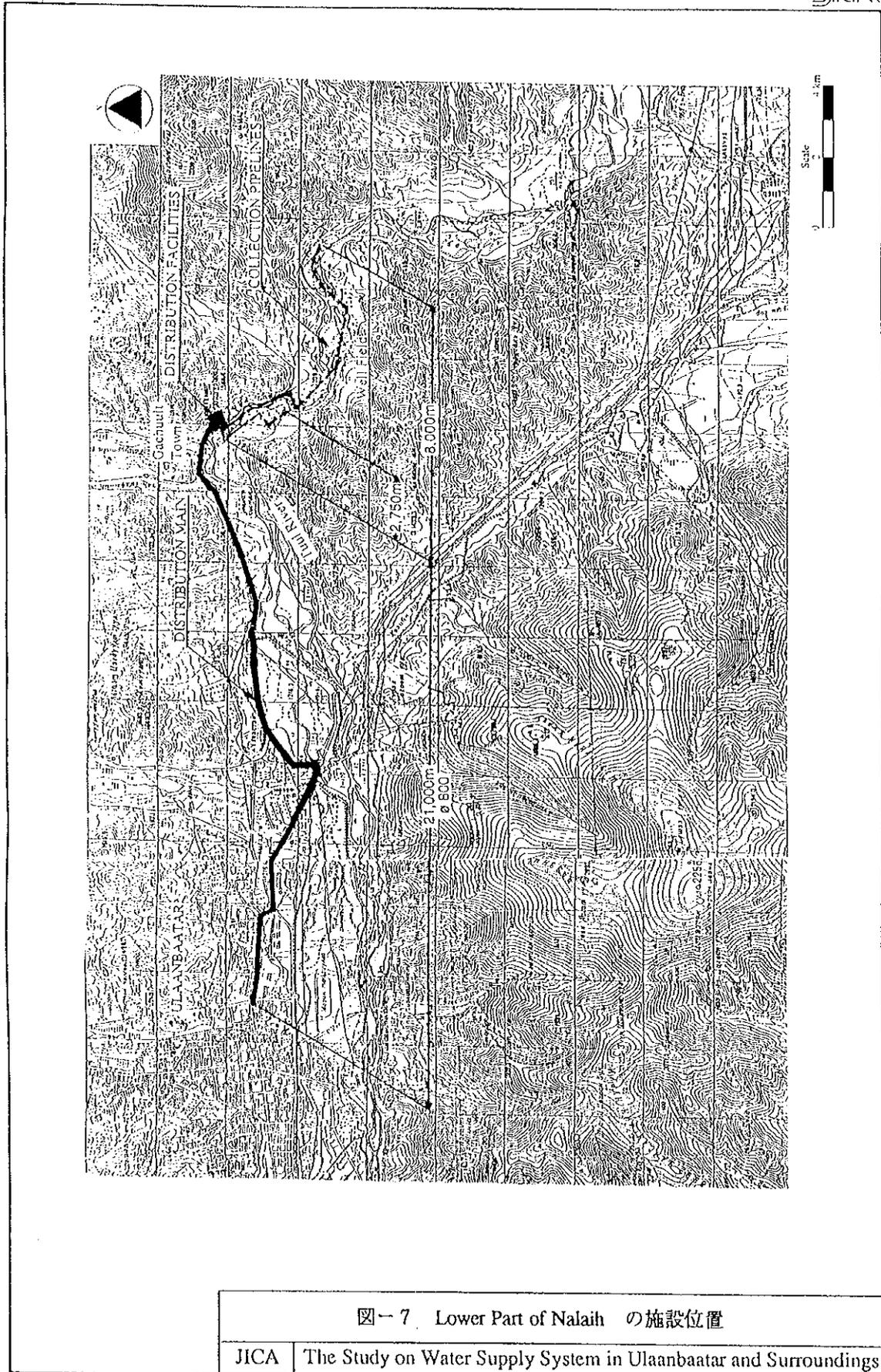


図-7 Lower Part of Nalaih の施設位置

JICA

The Study on Water Supply System in Ulaanbaatar and Surroundings

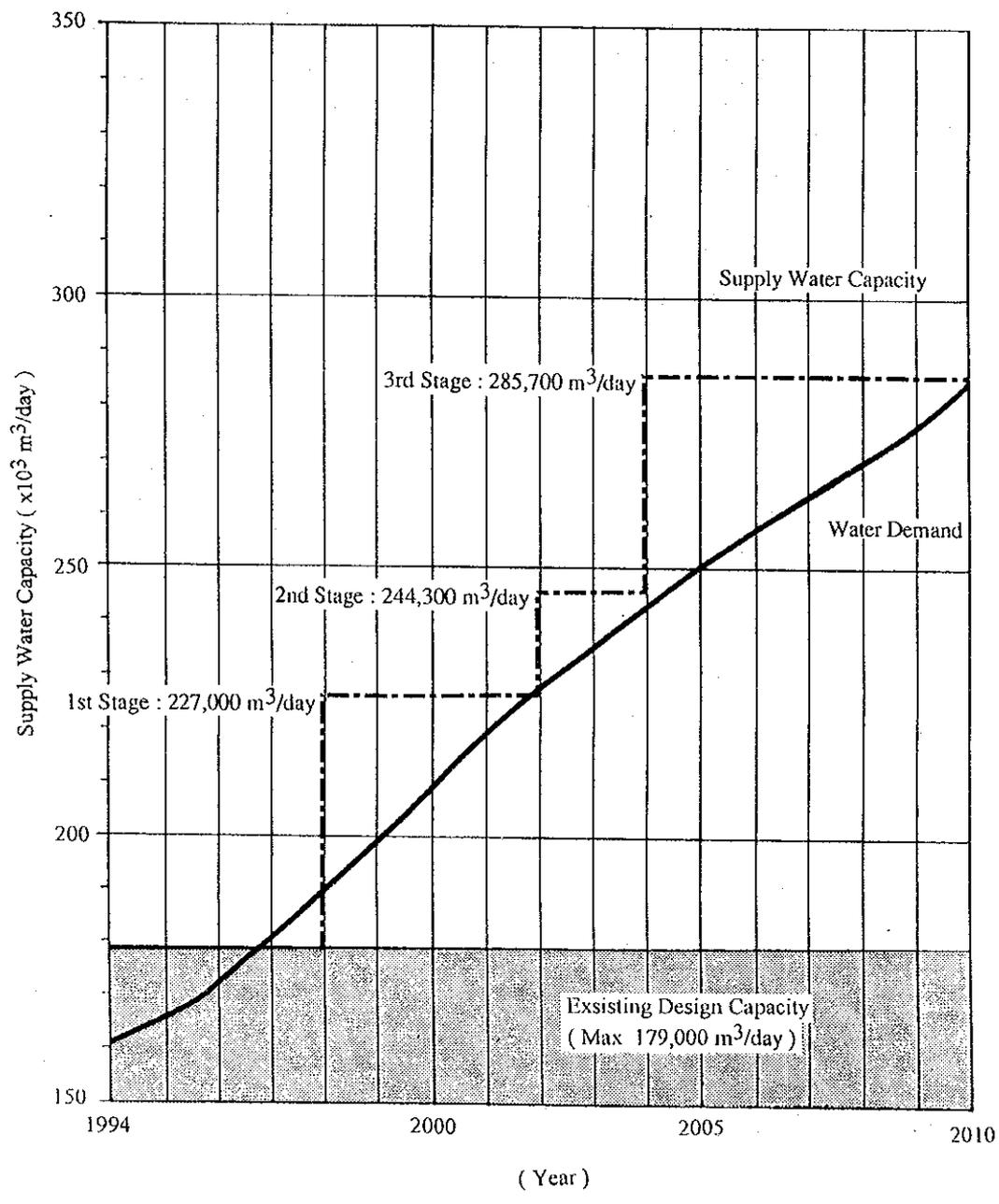


図-8 水需要予測と給水量

JICA | The Study on Water Supply System in Ulaanbaatar and Surroundings

JICA